

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YAMADA, Tsunemitsu  
2nd Yahagi Building  
5-3, Uchikanda 3-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo 101-0047  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 17 May 2001 (17.05.01)		
Applicant's or agent's file reference PCT45(846)		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP00/07743	International filing date (day/month/year) 02 November 2000 (02.11.00)	
Applicant ISHIKAWAJIMA-HARIMA JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
CA,CN,EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 17 May 2001 (17.05.01) under No. WO 01/34326

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 5 月 17 日 (17.05.2001)

PCT

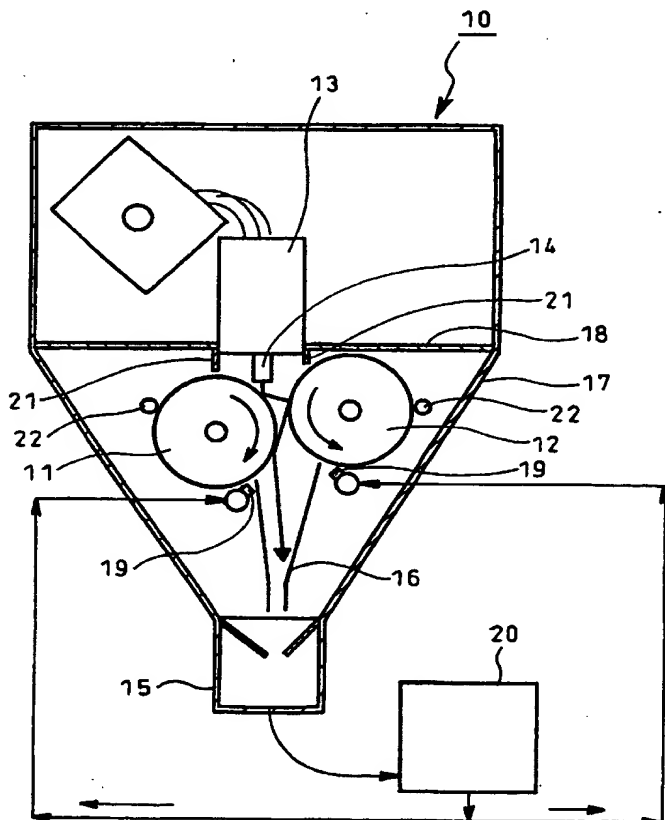
(10) 国際公開番号  
WO 01/34326 A1

- (51) 国際特許分類: B22D 11/06 特願平 2000-251912  
2000 年 8 月 23 日 (23.08.2000) JP
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07743
- (22) 国際出願日: 2000 年 11 月 2 日 (02.11.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願平 11/318340 1999 年 11 月 9 日 (09.11.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 石川島播磨重工業株式会社 (ISHIKAWAJIMA-HARIMA JUK-OGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8182 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉澤 廣喜 (YOSHIZAWA, Hiroki) [JP/JP]; 〒234-0052 神奈川県横浜市港南区笹下 4-12 第 8 荘 404 号 Kanagawa (JP). 松田 謙治 (MATSUDA, Kenji) [JP/JP]; 〒271-0076 千葉県

[続葉有]

(54) Title: THIN METAL STRIP PRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 金属薄片製造装置



(57) Abstract: A thin metal strip producing device which comprises cooling rolls (11, 12) spaced a distance greater than the thickness of a thin metal body to be produced, and a nozzle (14) for spouting molten metal to the surface of the cooling roll (11). And the molten metal spouting from the nozzle (14) is quenched by the first cooling roll (11) to form a thin metal body and the thin metal body thus produced is then formed into a thin strip by being hit against the second cooling roll (12), the excessive molten metal being formed into a thin metal body. This ensures increased versatility of supply of molten metal and stabilized efficient production of thin metal strip.

[続葉有]



WO 01/34326 A1



松戸市岩瀬473-1 松戸ハイム403号 Chiba (JP). 根橋  
清 (NEBASHI, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒234-0052 神奈川県  
横浜市港南区笹下4-12-14-205 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 山田恒光, 外(YAMADA, Tsunemitsu et al.);  
〒101-0047 東京都千代田区内神田三丁目5番3号 矢  
萩第二ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CA, CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

冷却ロール (11), (12) を製造される金属薄体の厚さより間隔をあけて設け、冷却ロール (11) の表面に溶湯を噴出するノズル (14) を設ける。そして、最初の冷却ロール (11) でノズル (14) から噴出された溶湯を急冷して金属薄体を作り次の冷却ロール (12) で製造された金属薄体を当てて薄片にするとともに、過剰な溶湯を金属薄体にするようにする。

これにより、溶湯の供給の自由度を高め安定して金属薄片を効率的に製造できるようにする。

## 明 細 書

## 金属薄片製造装置

## 技術分野

本発明は、金属薄片製造装置に関し、熱電素子用材料、磁石材料、水素吸蔵合金などを製造する場合に必要とされる金属の急冷薄片素材を簡単かつ高能率で製造できるようにしたものである。

## 背景技術

熱電素子用材料、磁石材料、水素吸蔵合金などを製造する場合、これら材料が金属間化合物であることが多く、インゴットを粉砕して製造することも可能であるが、性能向上を図る有効な方法として急冷金属薄片素材を用いることが考えられ、急冷効果としての組成的均一性および急冷方向の結晶の配向を利用するようにしている。

このような金属薄片は、予め広幅の連続薄帯を製造し、この連続薄帯を粉砕したり、切断することで製造されており、連続薄帯の製造には、主として単ロール法と双ロール法とが用いられている。

単ロール法は、第 1 A 図に示すように、冷却ロール 1 の上方に設けたノズル 2 から熔融金属を噴出させ、連続的に広幅の薄帯を製造するよう、冷却ロール 1 の頂部の熔融金属との接触部に熔融金属の表面張力によって湯だまり（パドル）を安定的に保つようにし、得られた連続薄帯を収納箱 3 に収納するようにしている。

また、双ロール法では、第 1 B 図に示すように、2 つの冷却ロール 4 を接触させて配置し、この冷却ロール 4 の接触部直上に熔融金属をノズル 5

を介して供給し、冷却ロール4間で凝固および圧下させることで両面から冷却した薄帯を連続的に製造するようにしている。

ところが、単ロール法では、冷却ロール1の頂部に湯だまり（パドル）を安定的に保つことが難しく、過剰な熔融金属が噴出されると、湯だまりが不安定になって冷却ロール1の横あるいは後ろ方向に落下してしまったり、製品の薄帯に混入し、製品の均一性が低下するという問題がある。

また、双ロール法では、冷却ロール4で冷却凝固と圧下を行うため冷却ロール4の駆動に大きな動力を必要とするとともに、冷却ロール4の損傷が大きいという問題がある。

更に、いずれの従来法でも、製品として連続した薄帯が得られることから、かさ密度が低くなり、大型の収納箱が必要となったり、別に収納箱の前段に粉碎装置や切断装置が必要となっている。

## 発明の開示

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みてなされたもので、単ロール法の熔融金属の安定供給の問題を解消すると同時に、双ロール法のロール駆動力の問題を解消し、金属の急冷薄片素材を簡単かつ高能率で製造できる金属薄片製造装置を提供しようとするものである。

熱電素子用材料、磁石材料、水素吸蔵合金などの製造に必要な急冷金属素材について検討したところ、薄帯の急冷効果としての組成的均一性および急冷方向の結晶の配勾を利用するものであり、薄帯を次工程で切断したり粉碎して用いることから必ずしも連続した薄帯として製造する必要がないという知見に基づき本発明を完成したものである。

すなわち、上記課題を解決するために、冷却ロールを製造される金属薄体の厚さより間隔をあけて複数設け、この冷却ロールの表面に溶湯を噴出

するノズルを設けるようにしており、最初の冷却ロールでノズルから噴出された溶湯を急冷して金属薄体を作り次の冷却ロールで製造された金属薄体を当てて薄片にするとともに、過剰な溶湯を金属薄体にするようにし、溶湯の供給の自由度を高め安定して金属薄片を効率的に製造できるようにしている。

また、複数の冷却ロールを、溶湯ないし金属薄体が順次当たるように段違いに配置しており、作られた金属薄体が冷却ロールに当たる機会を増大してより細かく粉碎したり、薄片の取出方向を変えられるようにしている。

更に、冷却ロールの回転軸同志を平行以外に配置するようにしており、金属薄体の飛行方向が回転軸の直角平面となることから、金属薄体の飛行する方向を変える自由度を増大できるようにしている。

また、冷却ロールを異なる周速度で回転するよう構成しており、同一径の冷却ロールを同一周速度で回転すると、上流側のロールで製造される金属薄体の厚さが薄く、下流側のロールで製造される金属薄体の厚さが厚くなるが、ロールの周速度を変えることで、金属薄体の厚さを調整できるようにしている。

更に、冷却ロールを異なるロール径のもので構成するようにしており、ロールの周速度の場合と同様に、ロール径を変えることで周速度を変えて、金属薄体の厚さを調整できるようにしている。

また、ノズルのノズル孔を冷却ロールの軸方向に複数設けるようにしており、スリット状や円形などのノズル孔を軸方向に複数とすることで一層効率的に金属薄片が製造できるようにしている。

更に、ノズルのノズル孔の断面積を  $0.78 \sim 78 \text{ mm}^2$  とするようにしており、これまでの金属薄体の製造に用いられるノズルのノズル孔の断面積に比べて、異常に大きい断面積  $28 \sim 78 \text{ mm}^2$  であっても、厚さの厚い

金属薄体を得ることができ、高効率で金属薄体が製造できるようにしている。なお、ノズル孔は円形に限るものでない。

また、ノズルおよび冷却ロールを雰囲気ガス中に設置するとともに、冷却ロールの回転による雰囲気ガスの巻き込みを防止する防風部材を設けるようにしており、不活性ガスなどの雰囲気中で製造することで金属薄片の品質を向上でき、防風部材によって冷却ロールの回転による雰囲気ガスの巻き込みを防止し、ノズルの冷却を防止したり、金属薄片の飛散を防止できるようにしている。

更に、雰囲気ガスを供給する吹込みノズルのガス吹込み方向を、金属薄片を収納する収納箱に金属薄片を誘導する方向としており、金属薄片の飛散を防止して効率良く収納箱に集められるようにしている。

また、収納箱に、収納される前記金属薄片を冷却する冷却装置を設けるようにしており、金属薄片の冷却効率を一層向上できるようにしている。

#### 図面の簡単な説明

第1A図および第1B図は従来の金属薄帯の製造装置にかかる単ロール法および双ロール法の説明図であり、第2図は本発明の金属薄片製造装置の一実施例にかかる2つの冷却ロールで構成した場合の概略構成図であり、第3A図～第3C図は本発明の金属薄片製造装置の他の実施例にかかる冷却ロールの配置および個数の概略説明図であり、第4A図および第4B図は本発明の金属薄片製造装置の一実施例にかかる概略斜視図および概略平面図であり、第5図は本発明の金属薄片製造装置の一実施例にかかる同一径の2つの冷却ロールで構成する場合の概略構成図であり、第6図は本発明の金属薄片製造装置の一実施例にかかる大きさの異なる径の2つの冷却ロールで構成する場合の概略構成図であり、第7図は本発明の金属薄片



製造装置の一実施例にかかる同一径の冷却ロールでの、ロールの回転速度と金属薄片（フレーク）の平均厚さの関係を示すグラフであり、第8A図および第8B図は本発明の金属薄片製造装置の更に他の実施例にかかるノズル部分の断面図であり、第9図は本発明の金属薄片製造装置の更に他の実施例にかかるノズル径とフレークの厚さの関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について図面に基づき詳細に説明する。

第2図は本発明の金属薄片製造装置の一実施例にかかる2つの冷却ロールで構成した場合の概略構成図である。

この金属薄片製造装置10では、中空の内部冷却式の冷却ロール11, 12を2個備えており、溶湯の供給上流側の1次冷却ロール11の回転軸に対して下流側の2次冷却ロール12の回転軸を上方にずらして2つの冷却ロール11, 12は段違い状態に配置されるとともに、2つの冷却ロール11, 12の間隔は製造される金属薄体の厚さより大きい間隔としてある。冷却ロール11の冷却能力と回転数によって製造される金属薄体の厚さはほぼ決まるが、例えば金属薄体の厚さが50～60 $\mu$ mであるとすれば、冷却ロール11, 12の間隔は3mm程度にする。

また、これら冷却ロール11, 12は、互いに逆方向に冷却ロール11, 12の中央部で上方から下方へ薄片が流れるよう回転駆動されるようになっており、図示しない駆動機構によって駆動され、例えば周速が10～50m/sec程度となるように回転駆動される。

そして、1次冷却ロール11の上部には、タンディッシュ13およびノズル14が設けられ、タンディッシュ13に供給される熔融金属をノズル14を介して1次冷却ロール11の表面に噴出するようになっている。

このノズル 1 4 は 1 次冷却ロール 1 1 の頂部より回転方向下流側の表面に溶湯を噴出するようになっており、噴出した溶湯が過剰であっても溶湯が後方に飛散せず前方に飛び出すようにしてあり、例えば 1 次冷却ロール 1 1 の頂部より中心角で 4 5 度程度回転方向下流側の表面に溶湯を噴出するようにしてある。

また、ノズル 1 4 のノズル孔は、単孔とする場合に限らず、多孔として 1 次冷却ロール 1 1 のロール軸方向と平行に複数配置するようにし、金属薄体を複数条製造するようにしたり、特にその必要はないが広幅状に製造するようにしても良い。

更に、このノズル 1 4 は 1 次冷却ロール 1 1 の表面に対してある程度の間隔をあけて配置してあり、幅の広い連続薄帯とする必要がないことから従来の単ロールとノズルとの間隔に比べて大きな間隔としてある。

このノズル 1 4 には、円形のノズル孔が形成されたものやスリット状のノズル孔が形成されたものなどが用いられ、円形のノズル孔の場合、直径を 3 mm 以下、断面積を約 7. 1 mm<sup>2</sup> 以下とすることが製造される金属薄片の収率を向上する上で好ましいが、直径 3 mm 以上、断面積を約 7. 1 mm<sup>2</sup> 以上としても良く、厚い金属薄片を得ることができる。

なお、ノズル孔は上記断面積を確保できれば、円形に限るものでない。

更に、ノズル 1 4 に保温加熱装置を設けるなどすれば、ノズル部分での溶湯の凝固を防止して安定した状態で操業することができる。

このような 2 つの冷却ロール 1 1, 1 2 の下方に収納箱 1 5 が配置され、1 次冷却ロール 1 1 で凝固した金属薄体を 2 次冷却ロール 1 2 に当てて粉碎するとともに、1 次冷却ロール 1 1 で冷却凝固されずに飛散する溶湯などを 2 次冷却ロール 1 2 で冷却凝固させることで得られたこれら金属薄体を収納箱 1 5 で回収するようにしてある。

そして、金属薄体を効率良く収納箱 15 に回収するため、2 つの冷却ロール 11, 12 の下方と収納箱 15 との間に誘導管 16 が配置され、飛散させずに収納箱 15 に回収するようにしてある。

また、この金属薄片製造装置 10 では、不活性ガスなどの雰囲気ガス中で金属薄片を製造できるようにするため、装置全体が密閉容器 17 内に設置されるとともに、タンディッシュ 13 の底部に予圧壁 18 が設けられ、密閉容器 17 が上下に仕切られている。

そして、この密閉容器 17 内に不活性ガスを供給する雰囲気ガス供給ノズル 19 が、冷却ロール 11, 12 の下部からロールの対向面に沿って噴射されるように配置され、製造された金属薄体を冷却するとともに、不活性ガスの流れを利用して金属薄体を収納箱 15 に導くことができるようにしている。

そして、噴射された不活性ガスは収納箱 15 に設けたガス吸引口を介して、図示しないブロワで吸引し、熱交換器 20 を介して冷却後、再び雰囲気ガス供給ノズル 19 から供給して循環するようにしてある。

更に、この金属薄片製造装置 10 では、不活性ガスなどの雰囲気ガス中で冷却ロール 11, 12 が高速回転すると、雰囲気ガスの巻き込みによって風が生じることから、この風によるノズル 14 の冷却を防止したり、金属薄体が飛散することを防止するため、ノズル 14 の両側の予圧壁 18 部分から冷却ロール 11, 12 に向かって突き出す防風板 21 が設けてある。

また、この金属薄片製造装置 10 では、冷却ロール 11, 12 の表面を清浄に保つため冷却ロール 11, 12 のそれぞれの外周に接してロール状の掃除ブラシ 22 が設けてある。

このように構成した金属薄片製造装置 10 の動作とともに、金属薄片の製造について説明する。

この金属薄片製造装置 10 では、雰囲気ガス供給ノズル 19 から雰囲気ガスとして不活性ガスを供給した状態とし、溶解炉で溶解した熔融金属をタンディッシュ 13 に供給し、ノズル 14 により、回転駆動されているとともに内部から冷却されている 1 次冷却ロール 11 上に溶湯を噴出する。

すると、溶湯は 1 次冷却ロール 11 の表面に接触することで凝固して薄帯状になり、2 次冷却ロール 12 の表面に当たって粉碎される。また、1 次冷却ロール 11 で凝固せずにそのまま前方に飛散する少量の塊に分割された溶湯は 2 次冷却ロール 12 のロール表面に当たって冷却されて凝固し、これによりそれぞれの溶湯の塊が薄片状となる。

こうして、1 次冷却ロール 11 および 2 次冷却ロール 12 で薄片状となった金属薄体は、1 次冷却ロール 11 の表面に再び当たって更に粉碎されて薄片とされ、誘導管 16 と雰囲気ガス供給ノズル 19 から供給される不活性ガスでの流れに誘導されて収納箱 15 に回収される。

そして、製造される各段階の金属薄体は、1 次冷却ロール 11 から 2 次冷却ロール 12 に当たるまでの間、2 次冷却ロール 12 を経て再び 1 次冷却ロール 11 に当たるまでの間、更に誘導管 16 を経て収納箱 15 に至るまでの間に、雰囲気ガスによって冷却されるとともに、収納箱 15 内でも循環される不活性ガスで冷却され、効率的に金属薄片が冷却される。

このような金属薄片製造装置 10 によれば、単ロール法の場合のように冷却ロールへの溶湯の供給量をノズルとロール間で安定的なパドルが形成されるように調整する必要がなく、簡単に操業できるとともに、1 次冷却ロール 11 で凝固されない過剰な溶湯があっても 2 次冷却ロール 12 で冷却して金属薄片として回収することができ、収率を大幅に向上することができる。

また、収納箱 15 に集められる金属薄片は、2 次冷却ロール 12 に当た

って粉碎されたものや小さな塊の溶湯が凝固して得られたものであり、従来の薄帯状のものを収納する場合に比べ、かさ密度が大きくなり、小型の収納箱 15 に堆積させて集めることができる。

更に、この金属薄片製造装置 10 によれば、再び 1 次冷却ロール 11 に当たって薄片状となった金属薄片が誘導管 16 と雰囲気ガス供給ノズル 19 から供給される不活性ガスの流れとに誘導されて収納箱 15 に回収されることから、薄片であっても飛散を防止して効率良く収納箱 15 に集めることができる。

また、この金属薄片製造装置 10 によれば、冷却ロール 11, 12 が非接触状態で配置されるとともに、ロール間の凝固金属に圧下力を加える必要もなく、従来の双ロール法の場合に比べ、冷却ロール 11, 12 の駆動力を小さくすることができ、ロールの損傷も大幅に減らすことができる。

更に、この金属薄片製造装置 10 によれば、雰囲気ガスを供給して不活性ガス雰囲気などで金属薄片を製造することができ、品質の良い金属薄片を製造できるとともに、雰囲気ガスの巻き込みによる風が生じてもこれを防風板 21 で止めることができ、ノズル 14 の冷却を防止したり、金属薄片の飛散を防止できる。

なお、この金属薄片製造装置 10 の収納箱 15 の前に、金属薄片を粉碎する粉碎装置を設けておき、更に粉碎して収納箱 15 に集めるようにしても良い。

また、雰囲気ガス供給ノズル 19 とは別に密閉容器 17 内や周囲に冷却装置を設けて金属薄片を冷却するようにしても良い。

次に、本発明の金属薄片製造装置の他の実施例について、第 3 A 図～第 3 C 図により説明するが、既に説明した実施例と同一部分の説明は省略する。

本発明の金属薄片製造装置 10 では、複数の冷却ロールが用いられるが、その配置および個数は、例えば第 3 A 図に示すように、2 つの冷却ロール 11, 12 を用い、1 次冷却ロール 11 に当たった金属薄体を 2 次冷却ロール 12 に当てたのち回収するようにしたり、第 3 B 図に示すように、2 次冷却ロール 12 に当てた後、再び 1 次冷却ロール 11 に当てて回収することで粉碎効果を高めるようにしたり、更に第 3 C 図に示すように、3 次冷却ロール 23 を設け、2 次冷却ロール 12 からの金属薄片を更に粉碎するとともに、金属薄片の回収方向を横方向に変えるように制御し、装置の高さを抑えるようにしても良い。

なお、冷却ロールの配置および個数以外の構成は既に説明した実施例と同一である。

このような冷却ロールの配置および個数を変えた金属薄片製造装置 10 によっても同様にして金属薄片を製造することができる。

以上のように、本発明の金属薄片製造装置によれば、溶湯の噴出量が多くても安定して金属薄片の製造が可能となる。

また、薄帯を製造途中で粉碎することができ、粉碎装置を別に設ける必要がなく、収納箱を小さくすることができる。

更に、冷却ロールの配置や個数を変えることで、金属薄片の取り出し方向を自由に変えることができる。

また、従来の双ロール法に比べ、冷却ロールの損傷および回転駆動力を少なくすることができる。

更に、ノズルの形状など運転条件が変化しても安定して金属薄片を製造できる範囲が広く、一定品質の金属薄片の大量生産に好適である。

次に、本発明の金属薄片製造装置の更に他の実施例について、第 4 A 図に示す概略斜視図、および第 4 B 図に示す概略平面図により説明するが、

既に説明した実施例と同一部分の説明は省略する。

本発明の金属薄片製造装置 30 では、複数の冷却ロール、例えば 2 つの冷却ロール 31, 32 を用いる場合に、冷却ロールの回転軸 31a, 32a を平行に配置せず、平行以外に配置するようにしたものであり、ここでは 1 次冷却ロール 31 の回転軸 31a に対し、2 次冷却ロール 32 が下方に配置されるとともに、回転軸 32a がねじれの位置に配置してあり、1 次冷却ロール 31 に当たった金属薄体を 2 次冷却ロール 32 に当てたのち回収する場合の金属薄片の回収方向を変えるようにし、装置のコンパクト化などを図るようにしている。

なお、冷却ロールの回転軸以外の構成は既に説明した上記実施例と同一である。

このような冷却ロール 31, 32 の回転軸 31a, 32a の配置を平行以外にした金属薄片製造装置 30 によっても同様にして金属薄片を製造することができ、1 次冷却ロール 31 上に噴出された溶湯は 1 次冷却ロール 31 の表面に接触することで凝固して薄帯状になって回転軸 31a に垂直な平面 31b に沿って飛行して 2 次冷却ロール 32 の表面に当たる。この 2 次冷却ロール 32 では、1 次冷却ロール 31 で凝固した薄帯状の金属薄体が粉碎されるとともに、凝固せずに飛散する溶湯が表面に接触することで冷却されて凝固し、薄片状になり、2 次冷却ロール 32 の回転軸 32a に垂直な平面 32b に沿って飛行することになる。

したがって、冷却ロール 31, 32 の回転軸 31a, 32a の配置を変えることで、金属薄片の飛行方向を調整することができ、装置を構成する場合の自由度を増大することができる。

なお、冷却ロールの配置は上記実施例の場合に限らず、必要な飛行方向によって適宜定めるようにすれば良く、冷却ロールの個数も上記の 2 つの

場合に限らず 3 つないし更に多数の場合にも適用して飛行方向の自由度を増大することができる。

次に、本発明の金属薄片製造装置の他の実施例について、第 5 ～ 7 図により説明するが、既に説明した実施例と同一部分の説明は省略する。

第 5 ～ 7 図は本発明の金属薄片製造装置の他の実施例にかかり、第 5 図は同一径の 2 つの冷却ロールで構成する場合の概略構成図、第 6 図は大きさの異なる径の 2 つの冷却ロールで構成する場合の概略構成図、第 7 図は同一径の冷却ロールでの、ロールの回転速度と金属薄片（フレーク）の平均厚さの関係を示すグラフである。

この金属薄片製造装置 40 では、第 5 図のように複数の冷却ロール、例えば 2 つの冷却ロール 41, 42 を用いる場合に、冷却ロールの周速度を異なるようにしたものであり、同一径のまま 1 次冷却ロール 41 のロール回転速度  $v_1$  と 2 次冷却ロール 42 の回転速度  $v_2$  を変えるようにしたり、また第 6 図のように同一回転数で回転し、例えば 2 次冷却ロール 43 のロール径を変えることで周速度  $v_3$  を変えるようにしている。

冷却ロールのロール回転速度（ロール外周での周速度）と冷却凝固される金属薄片（フレーク）の平均厚さの関係を求めるため、実験を行い、第 7 図に示すような実験結果を得た。

従来の単ロール法では、ロールの回転速度の上昇に伴って、製造されるフレークの厚さが減少することが知られている。

一方、2 本の冷却ロールを用いる場合、1 次冷却ロールで製造されるフレークの厚さは、単ロール法と同様に、回転速度の上昇に伴ってフレークの厚さが減少し、実験によれば、回転数が 500 rpm では、平均厚さが約 190  $\mu\text{m}$  であるのに対し、回転数が 800 rpm では、平均厚さが 100 ～ 120  $\mu\text{m}$  になっている。



しかし、2次冷却ロールで製造されるフレークの厚さは、1次冷却ロールと2次冷却ロールを等速とした場合には、得られるフレークの平均厚さが厚くなり、実験では、回転数が500rpmでも回転数が800rpmでも、ほぼ一定の240 $\mu$ m程度となっている。

これは、2次冷却ロールで製造されるフレークは、溶湯の速度が1次冷却ロールに比べて大きいため、2次冷却ロールの回転速度（周速度）が相対的に小さくなることにより、その分だけ厚いフレークが得られるものである。

そこで、2次冷却ロールの回転数だけを高速に変えた場合には、2次冷却ロールで製造されるフレークの平均厚さを減少することができ、実験によれば、例えば1次冷却ロールの回転数を800rpmとし、2次冷却ロールの回転数を1150rpmとすると、ほぼ同一厚さのフレークが得られている。

このような2次冷却ロールでのフレークの平均厚さの減少は、ロール表面の周速度によって決定されると考えられることから、1次冷却ロール41と2次冷却ロール42とを同一径として回転速度を変えるようにする場合と同様に、1次冷却ロール41と2次冷却ロール43の回転数が同一であってもロール径を変えることで同様のフレークの平均厚さを減少させる効果を得ることができる。

したがって、金属薄片製造装置40のように、例えば2つの冷却ロール41、42を用いる場合に、第5図に示すように、同一径のまま1次冷却ロール41のロール回転速度 $v_1$ と2次冷却ロール42の回転速度 $v_2$ を変えるようにしたり、あるいは同一回転数で回転し、例えば第6図に示すように、1次冷却ロール41のロール径 $d_1$ と2次冷却ロール43のロール径 $d_3$ とを変えることで周速度 $v_3$ を変えるようにしており、このよう

な2次冷却ロール42、43の周速度を高めることで、1次冷却ロール41で製造されるフレークの平均厚さと2次冷却ロール42、43で製造されるフレークの平均厚さを、ほぼ同一の厚さなどにすることができる。

なお、フレークは周速度によらず、いずれの冷却ロール41、42、43で得られるフレークも平均厚さが異なるものの、金属薄片としてはいずれも同一性状のものが得られる。

また、冷却ロールの周速度以外の他の構成は既に説明した上記実施例と同一であり、同一の作用効果を奏するものであることは言うまでもなく、更に回転軸を平行以外にする構成を組み合わせるようにしても良い。

次に、本発明の更に他の実施例について第8A図、第8B図および第9図により説明する。

第8A図、第8B図および第9図は本発明の金属薄片製造装置の更に他の実施例にかかるノズル部分の断面図およびノズル径とフレークの厚さの関係を示すグラフである。

この金属薄片製造装置50では、第8A図に示すようにノズル51のノズル孔52を大きくしており、また第8B図ではノズル51のノズル孔52を更に大きくしており、上記各実施例のノズル14として円形のノズル孔のものを使用する場合には、直径を3mm以下、断面積を7.1mm<sup>2</sup>とするようにしていたが、ここでは、ノズル孔52の直径を1.0～10.0mmの範囲、断面積を0.78～78mm<sup>2</sup>としており、直径3mm以上、断面積7.1mm<sup>2</sup>以上のものを使用するようにしている。

ノズル孔52の直径を大きくしても、製造される金属薄片の平均厚さが厚くなるものの得られる性状に何等問題はなく、そのまま素材として使用することができる。

このノズル孔52の直径を大きくすると、1次冷却ロール53で冷却凝

固されずに溶湯のまま 2 次冷却ロール 5 4 に飛行する量が増加し、この溶湯が 1 次冷却ロール 5 3 のロール軸に垂直な平面上を放射状に飛行することになり、これによって凝固した金属薄片が 2 次冷却ロール 5 4 の表面に接触する間に堆積する溶湯量が増加することで、厚いフレークが製造されることになる。

そして、アルミ合金を用いた実験によれば、第 9 図に示すように、ノズル孔の断面積（直径）が大きくなるとフレーク（金属薄片）の平均厚さが厚くなることが分かる。

そして、これまでの金属薄片の製造に用いられるノズル孔の直径に比べ、異常に大きい直径 6 ～ 10 mm、断面積 28 ～ 78 mm<sup>2</sup>とした場合でも厚さの厚い金属薄片を得ることができ、高効率で金属薄片を製造することができる。

なお、得られた金属薄片の性状に何等問題はなく、そのまま素材として使用することができるものであった。

したがって、このような金属薄片製造装置 5 0 によれば、ノズル 5 1 のノズル孔 5 2 を大きくすることで、厚い金属薄片の製造が可能となるとともに、金属薄片の大量生産を高効率で行うことができる。

なお、ノズル孔は円形のものに限らず、他の形状であっても良い。

以上のように、本発明の金属薄片製造装置によれば、溶湯の噴出量が多くても安定して金属薄片の製造が可能となる。

また、薄帯を製造途中で粉碎することができ、粉碎装置を別に設ける必要がなく、収納箱を小さくすることができる。

更に、冷却ロールの配置や個数を変えることで、金属薄片の取り出し方向を自由に変えることができる。

また、従来の双ロール法に比べ、冷却ロールの損傷および回転駆動力を

少なくすることができる。

更に、ノズルの形状など運転条件が変化しても安定して金属薄片を製造できる範囲が広く、一定品質の金属薄片の大量生産に好適である。

以上、実施例とともに具体的に説明したように本発明の金属薄片製造装置によれば、冷却ロールを製造される金属薄体の厚さより間隔をあけて複数設け、この冷却ロールの表面に溶湯を噴出するノズルを設けるようにしたので、最初の冷却ロールでノズルから噴出された溶湯を急冷して金属薄体を作り、次の冷却ロールで製造された金属薄体を当てて薄片にするとともに、過剰な溶湯を金属薄体にする事ができ、溶湯の供給の自由度を高め安定して金属薄片を効率的に製造することができる。

また、複数の冷却ロールを、溶湯ないし金属薄体が順次当たるように段違いに配置したので、作られた金属薄体の冷却ロールに当たる機会を増大し、より細かく粉碎したり、薄片の取出方向を変えることができる。

更に、冷却ロールの回転軸同志を平行以外に配置するようにしたので、金属薄体の飛行方向が回転軸の直角平面となることから、金属薄体の飛行する方向を変えることができる自由度を増大することができ、装置のコンパクト化等を図ることもできる。

また、冷却ロールを異なる周速度で回転するよう構成したので、同一径の冷却ロールを同一周速度で回転すると、上流側のロールで製造される金属薄体の厚さが薄く、下流側のロールで製造される金属薄体の厚さが厚くなるが、ロールの周速度を変えることで、金属薄体の厚さを調整することができ、いずれのロールからもほぼ同一厚さの金属薄片を得ることもできる。

更に、冷却ロールを異なるロール径のもので構成するようにしたので、ロールの周速度の場合と同様に、ロール径を変えることで周速度を変える

ことができ、金属薄体の厚さを調整することができる。

また、ノズルのノズル孔を冷却ロールの軸方向に複数設けるようにしたので、スリット状や円形などのノズル孔を軸方向に複数とすることで一層効率的に金属薄片を製造することができる。

更に、ノズルのノズル孔の断面積を  $0.78 \sim 7.8 \text{ mm}^2$  とするようにしたので、これまでの金属薄体の製造に用いられるノズル径に比べ、異常に大きい断面積  $2.8 \sim 7.8 \text{ mm}^2$  とした場合でも厚さの厚い金属薄体を得ることができ、高効率で金属薄体を製造することができる。

また、ノズルおよび冷却ロールを雰囲気ガス中に設置するとともに、冷却ロールの回転による雰囲気ガスの巻き込みを防止する防風部材を設けるようにしたので、不活性ガスなどの雰囲気中で製造することで金属薄片の品質を向上できるとともに、防風部材によって冷却ロールの回転による雰囲気ガスの巻き込みを防止してノズルの冷却を防止したり、金属薄片の飛散を防止することができる。

更に、雰囲気ガスを供給する吹込みノズルのガス吹込み方向を、金属薄片を収納する収納箱に金属薄片を誘導する方向に設けるようにしたので、金属薄片の飛散を防止して効率良く収納箱に集めることができる。

また、収納箱に、収納される前記金属薄片を冷却する冷却装置を設けるようにしたので、金属薄片の冷却効率を一層向上することができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、熱電素子用材料、磁石材料、水素吸蔵合金などを製造する場合に必要とされる金属の急冷薄片素材を簡単かつ高能率で製造できる金属薄片製造装置を提供する。

## 請 求 の 範 囲

1. 冷却ロールの表面に溶湯を噴出するノズルを設け、このノズルから噴出された溶湯を急冷して金属薄体を作りかつ製造された金属薄体を当てて薄片にする冷却ロールを製造される金属薄体の厚さより間隔をあけて複数設けてなることを特徴とする金属薄片製造装置。
2. 前記複数の冷却ロールを、溶湯ないし金属薄体が順次当たるように段違いに配置したことを特徴とする請求の範囲第1項記載の金属薄片製造装置。
3. 前記冷却ロールの回転軸同志を平行以外に配置したことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の金属薄片製造装置。
4. 前記冷却ロールを異なる周速度で回転する構成としたことを特徴とする請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の金属薄片製造装置。
5. 前記冷却ロールを異なるロール径として構成としたことを特徴とする請求の範囲第1～4項のいずれかに記載の金属薄片製造装置。
6. 前記ノズルのノズル孔を前記冷却ロールの軸方向に複数設けたことを特徴とする請求の範囲第1～5項のいずれかに記載の金属薄片製造装置。
7. 前記ノズルのノズル孔の断面積を $0.78 \sim 7.8 \text{ mm}^2$ としたことを特徴とする請求の範囲第6項記載の金属薄片製造装置。
8. 前記ノズルおよび前記冷却ロールを雰囲気ガス中に設置するとともに、前記冷却ロールの回転による雰囲気ガスの巻き込みを防止する防風部材を設けたことを特徴とする請求の範囲第1～7項のいずれかに記載の金属薄片製造装置。
9. 前記雰囲気ガスを供給する吹込みノズルのガス吹込み方向を、前記金属薄片を収納する収納箱に金属薄片を誘導する方向に設けたことを特徴

とする請求の範囲第 8 項記載の金属薄片製造装置。

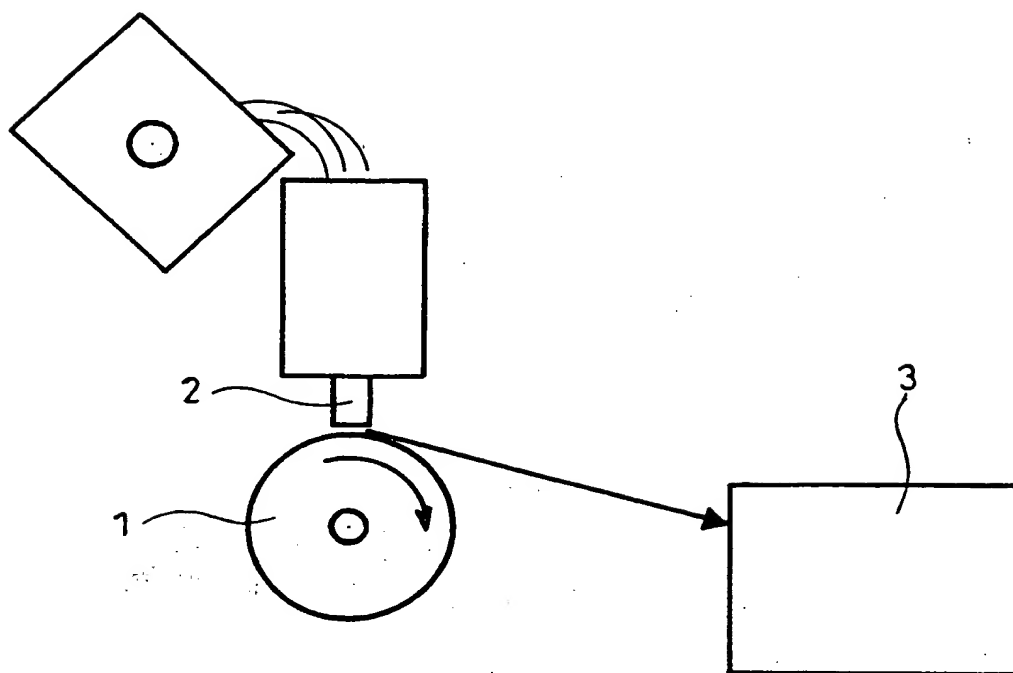
10. 前記収納箱に、収納される前記金属薄片を冷却する冷却装置を設けたことを特徴とする請求の範囲第 9 項記載の金属薄片製造装置。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

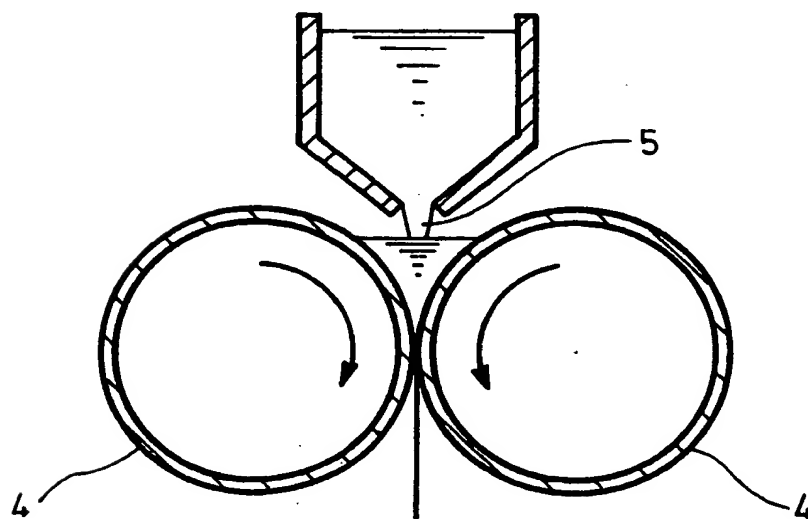


1 / 8

第 1 A 図



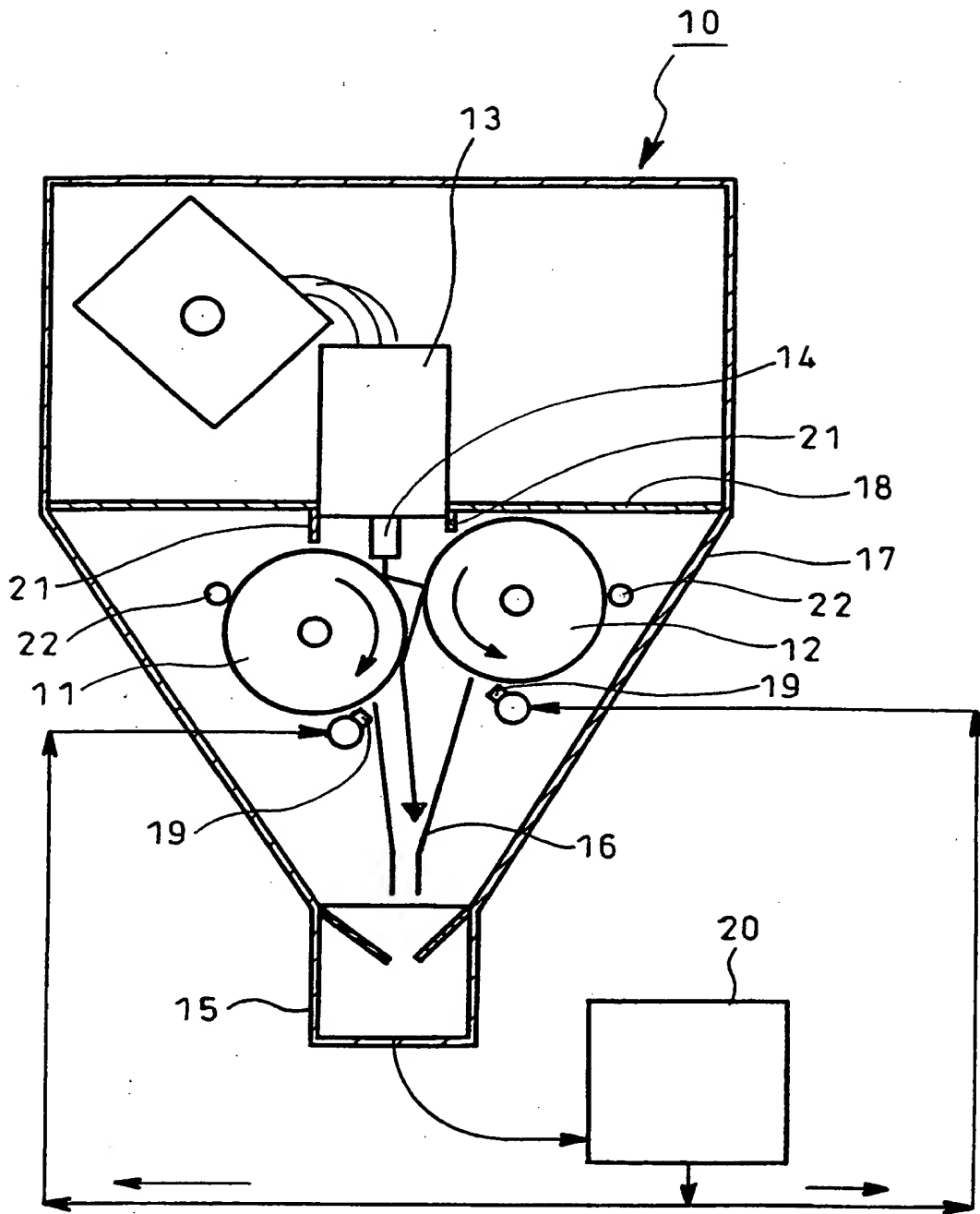
第 1 B 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2 / 8

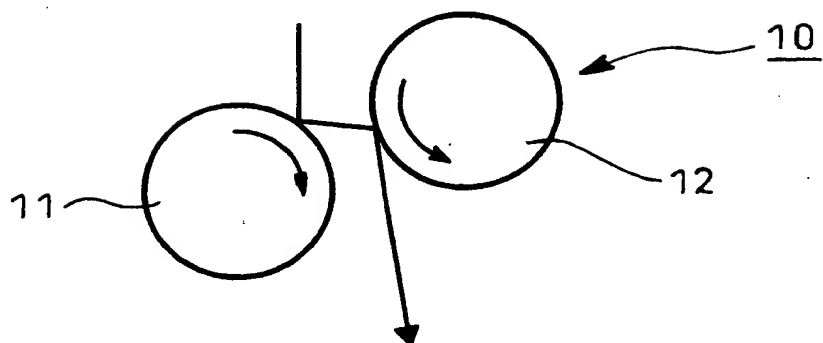
## 第 2 図



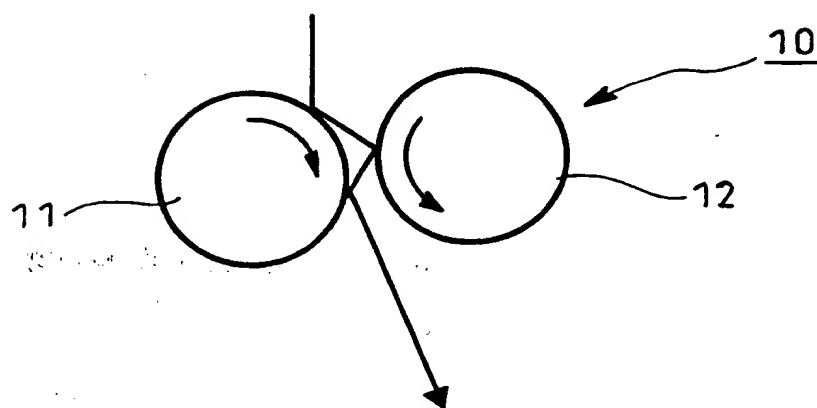
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3 / 8

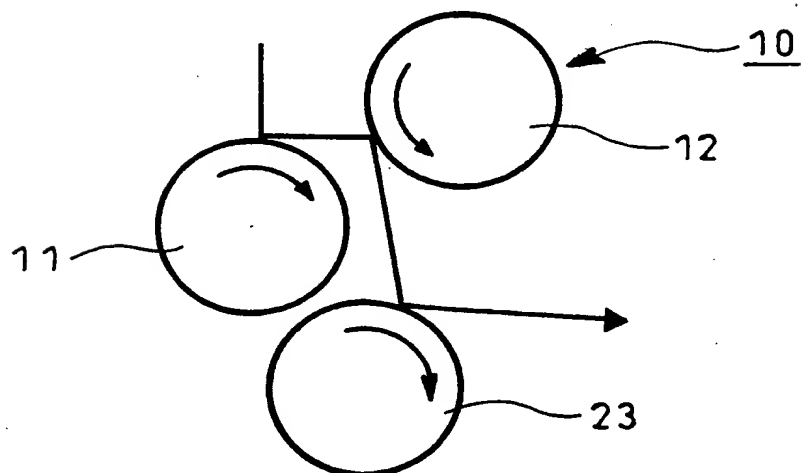
第 3 A 図



第 3 B 図



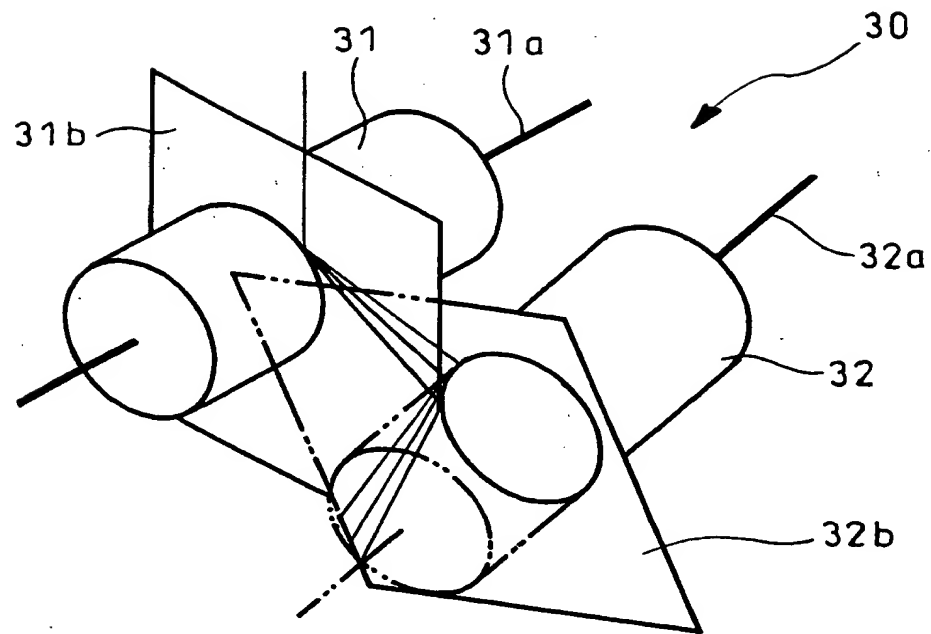
第 3 C 図



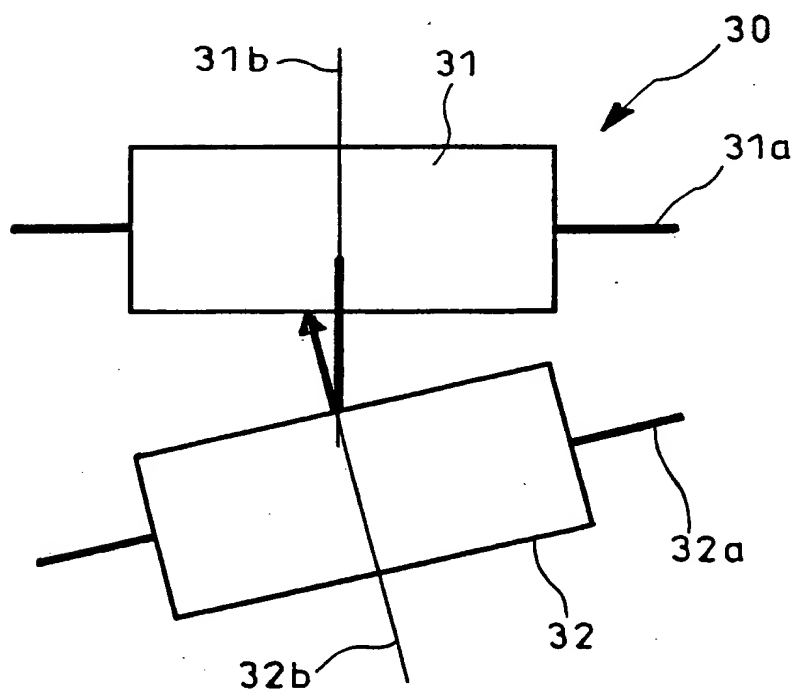
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4 / 8

第4A図



第4B図

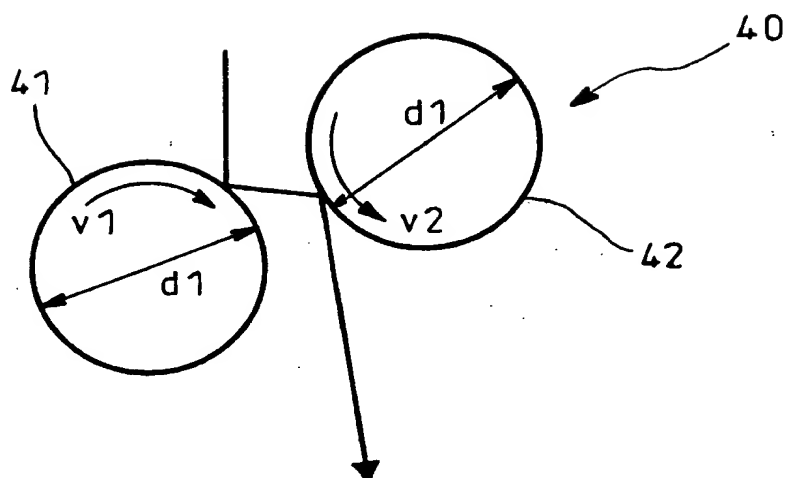


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

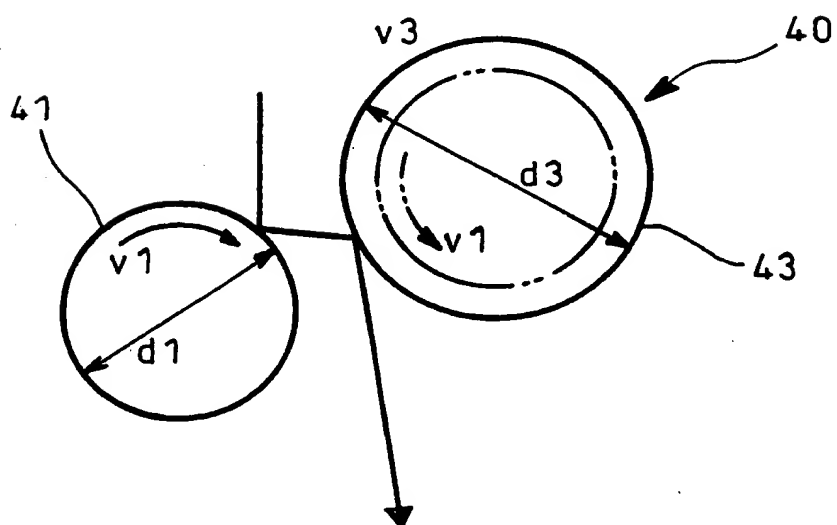


5 / 8

第 5 図



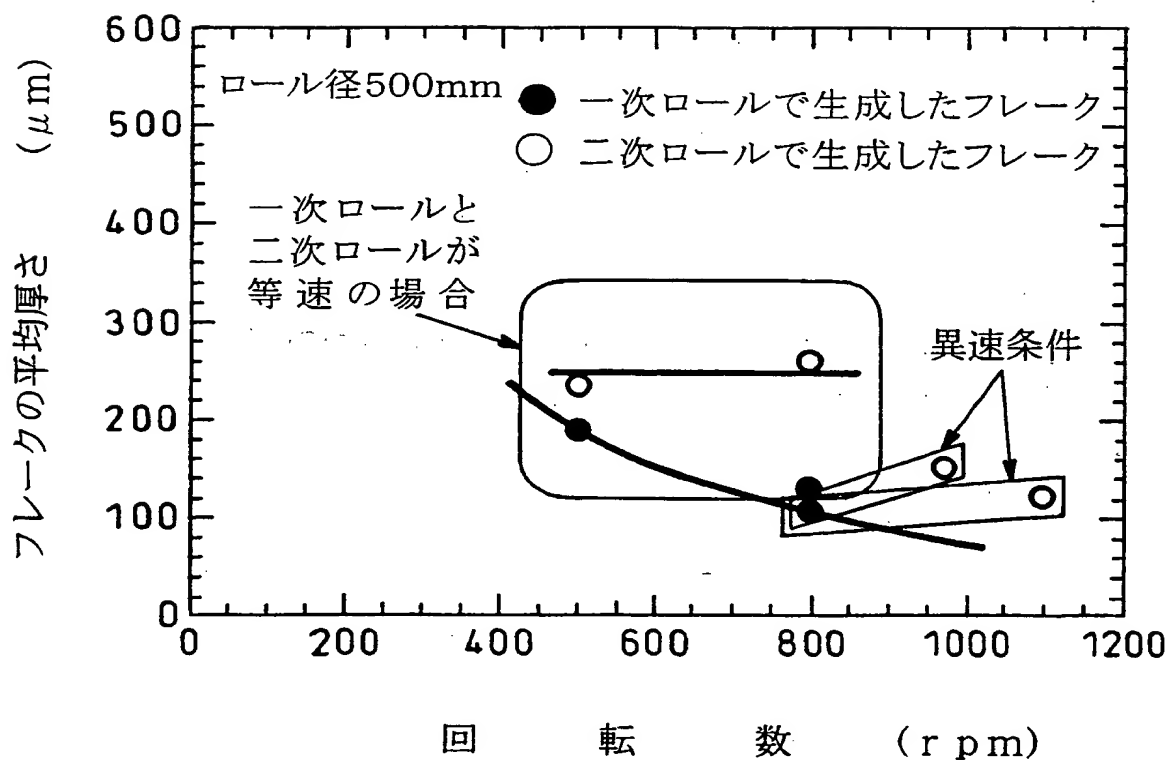
第 6 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6 / 8

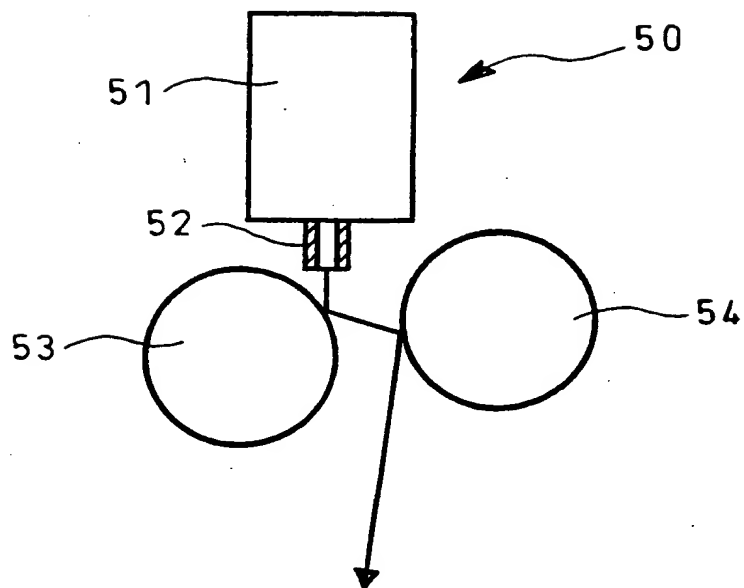
## 第 7 図



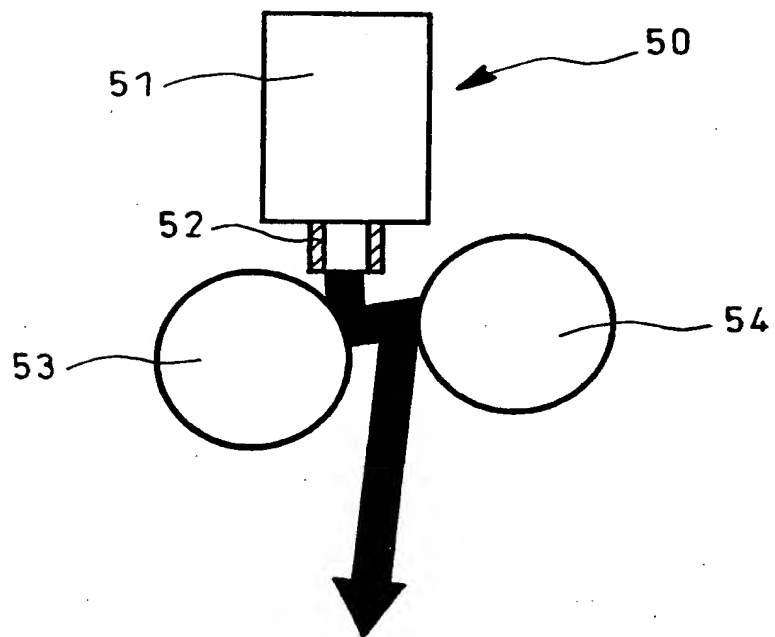
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7 / 8

第 8 A 図



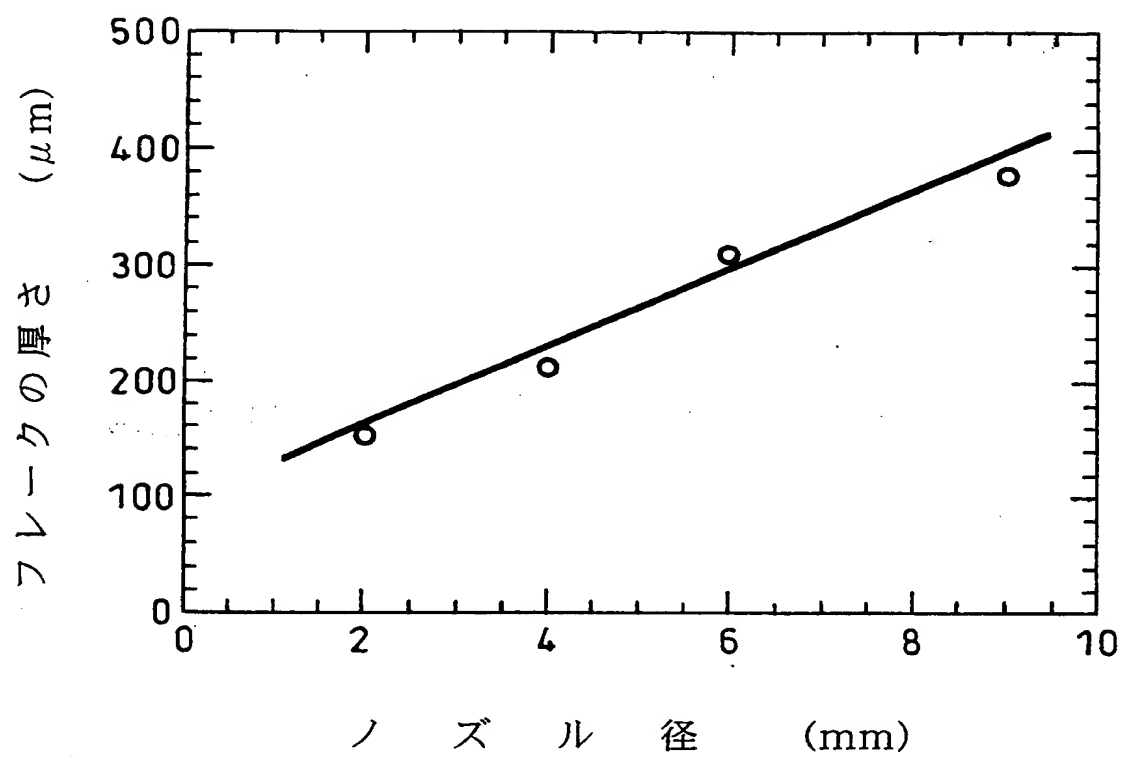
第 8 B 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8 / 8

## 第 9 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B22D11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B22D11/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DIALOG (WPI/L)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 8-197202, A (Nippon Steel Corporation),	1, 2, 5
Y	06 August, 1996 (06.08.96),	6-10
A	Claims; Par. Nos. [0022] to [0024]; Fig. 2 (Family: none)	3, 4
Y	JP, 63-149053, A (Nippon Steel Corporation), 21 June, 1988 (21.06.88), Claims; page 3, lower left column, line 15 to page 4, upper left column, line 15; Fig. 1 (Family: none)	6, 7
Y	US, 5665177, A (TDK Corporation), 09 September, 1997 (09.09.97), Column 9, line 57 to Column 15, line 59; Fig. 3 & JP, 5-269549, A	8, 9
Y	JP, 60-261648, A (Mitsui Petrochemical Ind. Ltd.), 24 December, 1985 (24.12.85), Claims; page 2, upper right column, line 15 to page 3, upper left column, line 20; Fig. 2 (Family: none)	10
A	JP, 8-47751, A (NHK Spring Co., Ltd.), 20 February, 1996 (20.02.96) (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing  
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means

"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
04 January, 2001 (04.01.01)

Date of mailing of the international search report  
16 January, 2001 (16.01.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> B22D11/06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>7</sup> B22D11/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

DIALOG (WPI/L)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 8-197202, A (新日本製鐵株式会社) 6. 8月. 1	1, 2, 5
Y	996 (06. 08. 96), 【特許請求の範囲】, 【0022】	6-10
A	~【0024】, 【図2】 (ファミリーなし)	3, 4
Y	JP, 63-149053, A (新日本製鐵株式会社) 21. 6 月. 1988 (21. 06. 88), 特許請求の範囲, 第3頁左下 欄第15行~第4頁左上欄第15行, 第1図 (ファミリーなし)	6, 7

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 01. 01

国際調査報告の発送日

16.01.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

金 公 彦

印

4E

8925

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 5 6 6 5 1 7 7, A (T D K C o r p o r a t i o n) 9. 9月. 1 9 9 7 (0 9. 0 9. 9 7), 第9欄第57行~第1 5欄第59行, 図3 & J P, 5-2 6 9 5 4 9, A	8, 9
Y	J P, 6 0-2 6 1 6 4 8, A (三井石油化学工業株式会社) 2 4. 12月. 1 9 8 5 (2 4. 1 2. 8 5), 特許請求の範囲, 第 2頁右上欄第15行~第3頁左上欄第20行, 第2図 (ファミリー なし)	10
A	J P, 8-4 7 7 5 1, A (日本発条株式会社) 20. 2月. 1 9 9 6 (2 0. 0 2. 9 6) (ファミリーなし)	1-10